

Program PLC OMRON Type CS1G-H CPU44 Pada Mesin SHOTBLASTING Untuk
Implementasi Sistem *Human Machine Interface* (HMI) Berbasis Ethernet (TCP/IP)
Divisi Cold Rolling Mill (CRM), PT. Krakatu Steel (persero) Tbk.

Moch Hafid¹, Agus Indra.G², Paulus.S³, M. Andi.W⁴

¹Penulis, Mahasiswa Jurusan Teknik Elektronika PENS - ITS

²Dosen Pembimbing1, Staf Pengajar di Jurusan Teknik Elektronika PENS – ITS

³Dosen Pembimbing2, Staf Pengajar di Jurusan Teknik Elektronika PENS – ITS

⁴Dosen Pembimbing3, Supervisor di Div.CRM, PT.Krakatu Steel (persero) Tbk.

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Electronics Engineering Polytechnic Institute of Surabaya

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, INDONESIA

Tel: +62 (31) 594 7280; Fax: +62 (31) 594 6114

email : aheet_89@yahoo.com

Abstrak— *Programmable Logic Controller (PLC)* dewasa ini telah banyak digunakan sebagai control otomatis untuk menjalankan suatu proses kerja tertentu didalam industry. Begitu juga, pengontrolan pada mesin SHOTBLASTING, PT. Krakatau Steel (persero) yang menggunakan perangkat PLC type *OMRON CS1G-H CPU44*. Pengontrolan mesin SHOTBLASTING saat ini masih menggunakan panel control, yang berupa tombol *pushbutton*, *selector switch* dan *potensiometer*, yang mana keadaannya telah usang/ *obsolete*. Penambahan/ *expansion slot I/O* berupa *AD081 –v1, DA041* yang digunakan I/O data analog. Dan *Ethernet card* (CS1w ETN21) yang digunakan sebagai media komunikasi (*peer to peer*) sebagai implementasi *Human Machine Interface (HMI)*. Dengan adanya penambahan/ *expansion module* tersebut maka proses *control* dan *monitoring plant* dapat dilakukan secara *real-time*. Serta sistem pengiriman dan penerimaan data (*speed reference/ actual speed*) dapat dilakukan secara digital (via HMI) tanpa lagi menggunakan *potensiometer* sebagai *reference speed* motor.

Kata kunci : *Programmable Logic Controller(PLC), OMRON, Ethernet, Human Machine Interface (HMI).*

I. PENDAHULUAN

Mesin SHOTBLASTING merupakan suatu mesin yang berfungsi untuk memberikan kekasaran (*Roughness*) pada permukaan *work rolls*.

Pengontrolan mesin SHOTBLASTING, di PT. Krakatau Steel (persero), menggunakan perangkat PLC type *OMRON CS1G-H CPU44*. Saat ini pengontrolan mesin SHOTBLASTING tersebut masih dikendalikan dengan menggunakan panel control, berupa tombol *pushbutton*, *selector switch* dan *potensiometer*. Dimana *potensiometer*

digunakan untuk memberikan nilai *speed reference* pada motor, yang mana kini keadaannya telah usang/ *obsolete*.

Oleh karena itu, perlu dilakukan pembuatan suatu sistem baru yang dapat mengontrol dan memonitoring proses kerja dari mesin SHOTBLASTING tersebut secara *real-time*. Dan jika terjadi error/ *fault* maka dapat diminimalisir dan diketahui dengan cepat dan tepat untuk kemudian dilakukan penanganan. Sehingga proses kerja lebih *efektif* dan *efisien*. Selain itu, juga dapat memberikan kemudahan dalam hal *maintenance* terhadap proses selanjutnya.

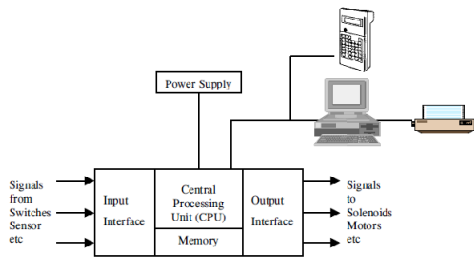
Sebagai implementasi dari system *Human Machine Interface (HMI)* maka perlu dilakukan penambahan/ *expansion* untuk *slot I/O*, yang berupa penambahan *AI* (CS1w AD081 –v1) dan *AO* (CS1w DA041) yang digunakan sebagai control motor dan *Ethernet card* sebagai media komunikasi antara PLC dengan PC-HMI.

Module *AI* pada PLC dipakai untuk mengambil data *analog* dari drive/ inverter sebagai data *actual* untuk *car#1 & #2* dan *rotoblast*. Sedangkan module *AO* dipakai untuk mengirimkan tegangan *speed reference* dari PLC ke *drive/ inverter rotoblast* dan *car*, sebagai pengatur kecepatan motor pada mesin SHOTBLASTING. Dimana nilai *speed reference* tersebut merupakan masukan dari PC-HMI. Dan untuk penambahan *slot Ethernet card* pada PLC digunakan sebagai system komunikasi (*peer to peer*) antara *Human Machine Interface (HMI)* dan PLC, untuk mengirim ataupun menerima data analog, baik sebagai nilai *reference* atau nilai *actual* dan juga *fault/ error* yang mungkin terjadi.

II. DASAR TEORI

2.1 PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

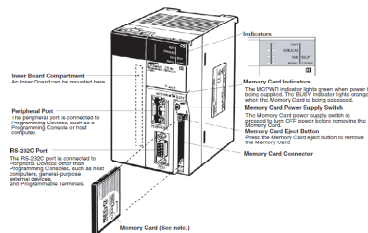
PLC adalah module kontrol yang memiliki tiga komponen utama sebagai penyusunnya yaitu, Control Processing Unit (CPU), masukan/keluaran unit (I/O) dan Programming device.



Gambar 1 Gambar Blok Diagram Programmable Controller

2.1.1 Prosesor/ CPU

Prosesor ialah bagian PLC yang bertugas membaca dan mengeksekusi instruksi program. Prosesor mempunyai elemen control yang disebut *Arithmetic and Logic Unit* (ALU), sehingga mampu mengerjakan operasi logika dan aritmatika



Gambar 2 Processor CS1G-H CPU 44

Memori ialah tempat penyimpanan data dalam PLC. Memori ini umumnya menjadi satu modul dengan prosesor/ CPU. Jika berbentuk memori *eksternal* maka itu merupakan memori tambahan.

Berikut ini “data” yang tersimpan dalam memori:

- **Operating System**
Berfungsi untuk menyimpan *Operating System* PLC. Memori ini berupa ROM (*Read Only Memory*) sehingga tidak dapat dirubah oleh user.
- **Data (status) Memory**
Berfungsi untuk menyimpan status input-output tiap saat. Memori ini berupa RAM (*Random Access Memory*) sehingga berubah sesuai kondisi input-output. Status akan kembali ke kondisi awal jika PLC mati.
- **Program Memory**
Berfungsi untuk menyimpan program pengguna. Jenis memori ini berupa RAM (*Random Access Memory*). RAM dapat menggunakan *battery backup* untuk menyimpan dalam jangka waktu tertentu. Selain itu memori dapat berupa EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*), yaitu jenis ROM yang dapat deprogram dan dihapus oleh pengguna

Tabel 1 Memori PLC CS1 series

File memory	Memory type	Capacity	Model
Memory Cards	Flash memory	16 MB	HMC-EF172
		32 MB	HMC-EF372
		64 MB	HMC-EF672
EM File Memory	RAM	EM Area capacity of CPU Unit (Max. capacity for CS1H-CPU37: 832 KB).	From the specified bank in the EM area of I/O memory to the last bank (specified in PC Setup).
EM area			
Bank 0			
Bank n			
Bank C			

2.1.2 I/O Unit

Merupakan Didalam PLC terdapat unit bagian yang berfungsi menerima data dan mengeluarkan data setelah dilakukan pemrosesan dalam CPU. Perangkat I/O yang digunakan pada PLC OMRON CS1G-H sebagai Tugas Akhir, yaitu antara lain :

- a. DC input : ID212
- b. Contact Relay : OC225
- c. Analog input : AD081 –v1
- d. Analog Output : DA041

a. Analog Input/ Output (CS1w AD081 –v1/ DA041)

Merupakan *input/ output analog* sebagai nilai *referensi analog* dari sistem *Human Machine Interface (HMI)* yang akan digunakan untuk mengontrol mesin SHOTBLASTING. *Input/ output analog* yang digunakan dalam proses otomatisasi memiliki *type* sebagai berikut, antara lain:

Table 4 spesifikasi AI/ AO

Item		CS1W-AD041-V1/CS1W-AD041	CS1W-AD081-V1/CS1W-AD081	CS1W-DA041	CS1W-DA08V	CS1W-DA08	CS1W-MAD44
Analog input	Maximum input points	4	8	---	---	---	4
	Input signal range (See note.)	-10 to 10 V 0 to 10 V 0 to 5 V 1 to 5 V 4 to 20 mA	---	---	---	---	-10 to 10 V 0 to 10 V 0 to 5 V 1 to 5 V 4 to 20 mA
Analog output	Maximum output points	---	---	4	8	8	4
	Output signal range (See note.)	---	---	-10 to 10 V 0 to 10 V 0 to 5 V 1 to 5 V 4 to 20 mA	-10 to 10 V 0 to 10 V 0 to 5 V 1 to 5 V	4 to 20 mA	-10 to 10 V 0 to 10 V 0 to 5 V 1 to 5 V

analog input (CS1w AD081 –v1) memiliki 8-channel input seperti berikut :

Input 2 (+)	B1	A1	Input 1 (+)
Input 2 (–)	B2	A2	Input 1 (–)
AG	B3	A3	AG
Input 4 (+)	B4	A4	Input 3 (+)
Input 4 (–)	B5	A5	Input 3 (–)
Input 6 (+)	B6	A6	Input 5 (+)
Input 6 (–)	B7	A7	Input 5 (–)
AG	B8	A8	AG
Input 8 (+)	B9	A9	Input 7 (+)
Input 8 (–)	B10	A10	Input 7 (–)
		A11	N.C.

Gambar 3 wiring analog input AD081 –v1

Sedangkan pada analog output (CS1w DA041) memiliki 4-channel output seperti berikut :

surat dikirim oleh pengirim namun ia tidak pernah bisa tahu apakah surat tersebut sampai di tujuan atau tidak.

N.C.	B1	A1	N.C.
Output voltage 2 (+)	B2	A2	Output voltage 1 (+)
Output 2 (-)	B3	A3	Output 1 (-)
Output current 2 (+)	B4	A4	Output current 1 (+)
N.C.	B5	A5	N.C.
N.C.	B6	A6	N.C.
Output voltage 4 (-)	B7	A7	Output voltage 3 (+)
Output 4 (-)	B8	A8	Output 3 (-)
Output current 4 (+)	B9	A9	Output current 3 (+)
N.C.	B10	A10	N.C.
		A11	N.C.

Gambar 4 wiring analog output DA041

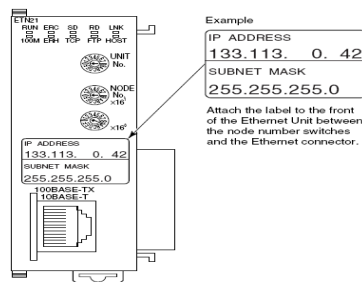
2.1.3 Programming Device

Programming device dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

- via *console*
pemrograman dengan *console* menggunakan mnemonics
- via *software cx-programmer*
pemrograman dengan *cx-programmer* menggunakan bahasa pemrograman berupa *ladder diagram*.

2.2 Ethernet (TCP/ IP)

TCP/IP merupakan protokol jaringan komputer terbuka dan bisa terhubung dengan berbagai jenis perangkat keras dan lunak. TCP terdiri beberapa layer atau lapisan yang memiliki fungsi tertentu dalam komunikasi data. Setiap fungsi dari layer selain dapat bekerjasama dengan layer pada tingkat lebih rendah atau lebih tinggi, juga bisa berkomunikasi dengan layer sejenis pada remote host (peering). IP adalah inti dari TCP/IP yang memiliki peran sebagai pembawa data yang independent.



Gambar 5 Ethernet Card

Protokol-protokol *transpor* mengendalikan pergerakan data antara dua device meliputi :

1. TCP (*Transmission Control Protocol*)
Protokol ini bersifat *connection-based*, artinya kedua mesin pengirim dan penerima tersambung dan berkomunikasi satu satu sama lain sepanjang waktu.
2. UDP (*User Datagram Protokol*)
Protokol ini bersifat *connectionless* (tanpa koneksi), artinya dikirim tanpa kedua mesin penerima dan pengirim saling berhubungan. Ini seperti mengirim surat lewat kantor pos,

2.3 SIMOREG DC Master

SIMOREG DC MASTER 6RA70 *series* merupakan dc drive dengan supply tiga fase yang memasok *armature* dan *field* pada variable kecepatan DC drive dengan rata-rata arus *armature* antara 15A sampai 3000A.

Untuk mengontrol suatu drive diperlukan suatu nilai parameter tertentu. Parameterization merupakan proses mengubah nilai pengaturan (parameter) melalui panel operator, dengan mengaktifkan fungsi converter atau menampilkan nilai-nilai yang diukur. Parameter untuk converter dasar disebut P, r, U atau n parameter. Parameter untuk opsional panel tambahan disebut H, d, L atau c parameter.

Type Parameter :

Display Parameter digunakan untuk menampilkan jumlah saat ini seperti setpoint utama, dynamo tegangan, setpoint / nilai actual perbedaan pengendali kecepatan, dll nilai parameter tampilan hanya-baca nilai dan tidak dapat diubah.

Setting Parameter yang digunakan baik untuk menampilkan dan jumlah perubahan tersebut sebagai motor dinilai , waktu saat bermotor termal konstan, pengendali kecepatan P keuntungan, dll.

Index Parameter digunakan untuk menampilkan baik dan mengubah beberapa nilai parameter yang semuanya ditugaskan ke nomor parameter yang sama.

2.4 Inverter YASKAWA

Aplikasi variable speed banyak diperlukan dalam industri. Jika sebelumnya banyak dipergunakan system mekanik, kemudian beralih ke motor slip/pengereman maka saat ini banyak menggunakan semikonduktor. Suatu inverter mengolah level tegangan, inverter menggunakan frekuensi tegangan masuk untuk mengatur speed motor.

Mode Inverter :

Inverter *user parameter* dan fungsi pengawasan diatur dalam kelompok-kelompok yang disebut mode yang membuatnya lebih mudah untuk membaca dan mengatur pengguna Inverter parameters. Dilengkapi dengan 5 mode.

Tabel 5 Mode Inverter

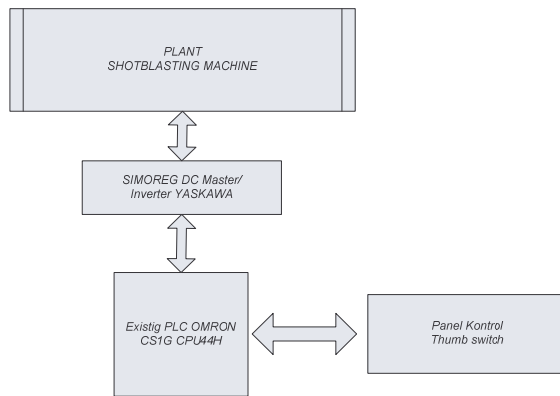
Mode	Fungsi Utama
Drive mode	Inverter dapat dijalankan pada mode ini Penggunaan mode ini ketika pemantauan nilai-nilai seperti referensi frekuensi atau arus keluaran, menampilkan informasi kesalahan, atau menampilkan sejarah kesalahan.
Quick programming mode	untuk membaca dan mengatur parameter dasar untuk mengoperasikan inverter.
Advanced programming mode	Untuk reference dan mengatur seluruh parameter
Verify mode	Untuk mengatur dan membaca parameter yang telah dirubah dari pengaturan

	<i>defaultnya</i>
Autotuning mode	Penggunaan mode ini ketika menjalankan motor dengan parameter motor yang tidak diketahui. Selama Autotuning garis perlawanan-untuk-line diukur dan diatur secara otomatis.

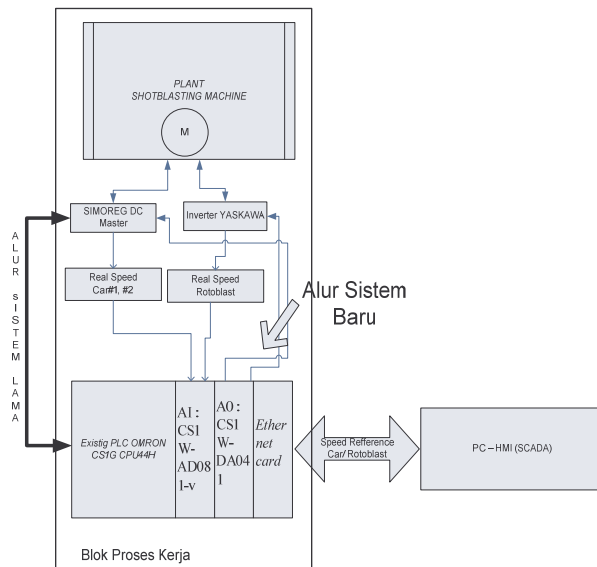
III. PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

3.1 PERANCANGAN PERANGKAT KERAS

Pada tahap pembuatan perangkat keras ini, dilakukan proses penambahan/*expansion* pada PLC yaitu berupa *slot AI, AO* dan *Ethernet card*. Adapun blok diagram dari rancangan hardware adalah sebagai berikut:



Gambar 6 Sistem Kontrol *plant* sebelum penambahan/*expansion*



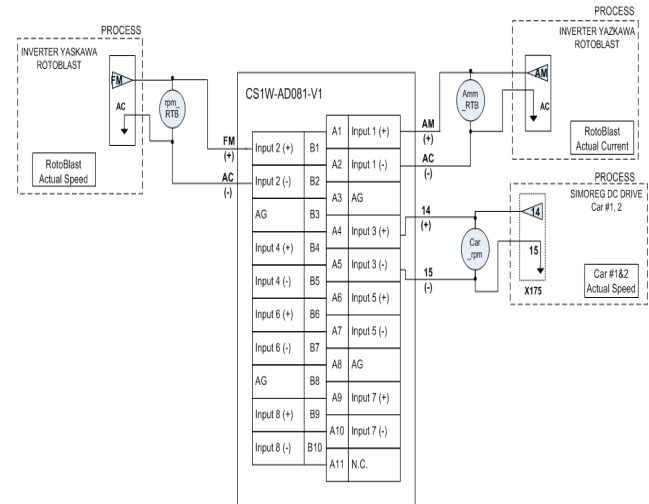
Gambar 7 Sistem Kontrol *plant* setelah penambahan/*expansion*

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan bahwa pengontrolan mesin SHOTBLASTING menggunakan PLC OMRON type CS1G/H CPU44 dengan beberapa

penambahan/ *expansion slot* I/O yaitu AI, AO dan *Ethernet Card*. Dalam hal ini, data masukan didapatkan dari sensor-sensor yang ada pada *plant* dan sebagai masukan nilai *refferensi* diperoleh dari PC- HMI (SCADA). Nilai-nilai *refferensi* tersebut yang kemudian di respons oleh I/O untuk diproses dalam PLC dan selanjutnya hasilnya digunakan didalam proses pengontrolan pada SHOTBLASTING.

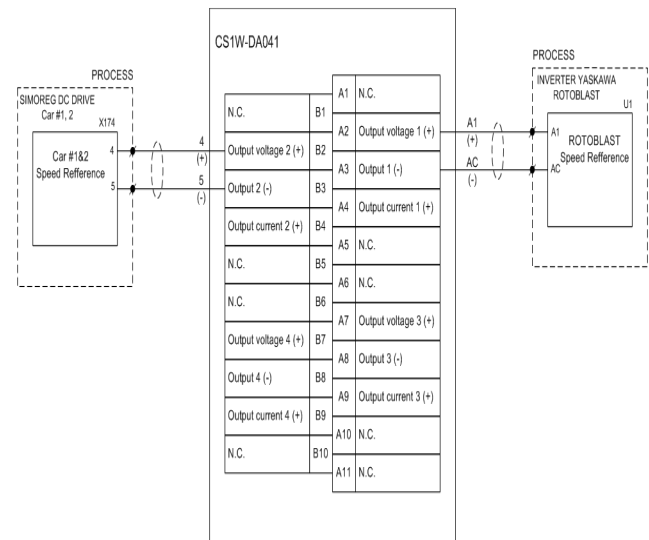
Hasil output yang diterima oleh PC- HMI merupakan data *fault/error* serta nilai *refferensi* dari *plant*.

Pada blok diagram diatas, *Ethernet card* digunakan sebagai system komunikasi (*peer to peer*). Semua proses pengiriman/ penerimaan data melalui Ethernet tersebut. Perancangan/ *wiring* untuk module analog, sebagai berikut :



Gambar 8 wiring analog input (CS1w AD081 –v1)

Data masukan analog input diperoleh dari drive/ inverter sebagai indikator dari *riil plant* untuk selanjutnya digunakan sebagai data input monitoring pada PC-HMI

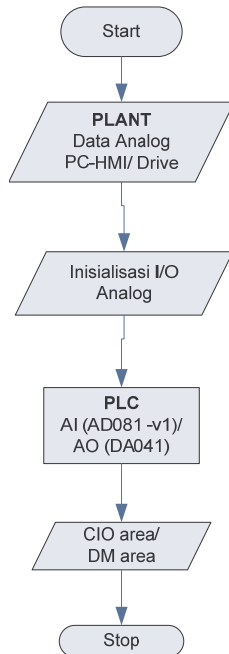


Gambar 9 wiring analog output (CS1w DA041)

Sedangkan pada analog output, data masukan berupa *speed reference* yang diterima dari PC-HMI untuk selanjutnya diberikan pada driv/ inverter untuk mengontrol kecepatan motor pada *plant*.

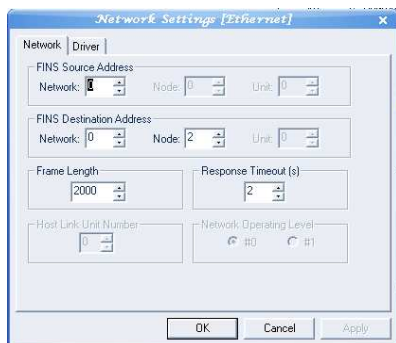
3.2 PEMBUATAN PERANGKAT LUNAK

Perancangan software meliputi inisialisasi program, analog input/ output, dan pengkonfigurasi Ethernet. Secara umum program inisialisasi untuk module analog, adalah sebagai berikut :

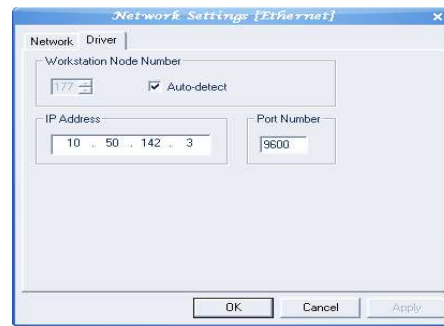


Gambar 10 flowchart data analog

Dari flowchart diatas, dapat dijelaskan bahwa data analog yang berasal dari drive/ PC-HMI sebelumnya harus di inisialisasi, mulai dari nilai *range input/output* nya, jumlah *channel*, dan *conversion time/ begun*. Sedangkan untuk pengkonfigurasi Ethernet adalah sebagai berikut :



Gambar 11 konfigurasi *network* dan *node id*



Gambar 12 konfigurasi *ip address*

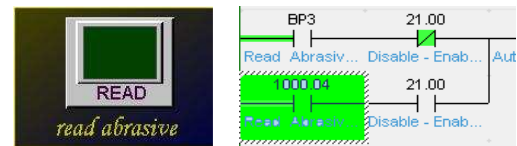
Dari gambar diatas, terlihat bahwa pengkonfigurasi Ethernet meliputi pengaturan *unit number*, *ip address*, dan *network id*.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian terhadap integrasi sistem HMI, program analog dan koneksi Ethernet. Berikut hasil dari pengujian tersebut adalah :

- Pengujian integrasi sistem HMI

Pengujian integrasi sistem meliputi pengujian terhadap panel *screen* HMI, seperti berikut ini :



Gambar 13 integrasi panel HMI dengan PLC

- Pengujian program Analog

Pengujian program analog meliputi pengujian terhadap nilai input/ output yang diterima, sebagai berikut :

Tabel 6 pengukuran [rpm] analog input rotoblast

No	Nilai reference PC-HMI	Nilai Analog Input CIO 2001 [hex]	Tegangan Input [volt]
1	0	0	0
2	1000	1333	3.52
3	1500	2000	5.31
4	2000	2666	7.08
5	2500	3000	8.80
6	2750	3333	8.85

Tabel 7 Pengukuran analog output car#1, #2

No	Nilai reference PC-HMI	Nilai Analog Input CIO 2002 [hex]		Tegangan Input [volt]	
		Forward	Backward	Forward	Backward
1	0	0	0	0	0
2	5	100	- 100	0.46	-0.51
3	25	500	- 500	2.45	-2.5
4	50	1000	- 1000	4.94	-5.40
5	75	1500	- 1500	7.43	-7.45
6	100	2000	- 2000	9.92	-9.98

- Pengujian koneksi Ethernet

Sedangkan pada pengujian Ethernet, untuk pengecekan status koneksi module dapat dilakukan dengan *ping* pada alamat *ip address* dari module Ethernet tersebut, sebagai berikut :

```

E:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Version 5.1.2600.1]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

E:\Documents and Settings\Final project>ping 192.168.1.2

Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:

Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=1ms TTL=255
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=1ms TTL=255

Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms

E:\Documents and Settings\Final project>netstat -n

Active Connections
Proto Local Address          Foreign Address         State
TCP    192.168.1.100:1049      192.168.1.2:9600       ESTABLISHED
E:\Documents and Settings\Final project>

```

Gambar 14 PING dari PC HMI ke PLC

program untuk mendapatkan output berupa sinyal *slope* sehingga dapat menjaga kestabilan perubahan trngangan pada motor.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. OMRON INDUSTRIAL AUTOMATION, *Sysmac CS1series programmable controllers*.
- [2]. OMRON INDUSTRIAL AUTOMATION, *SYSMAC CS/CJ Series*.
- [3]. All datasheet, *CX-Programmer User Manual* v.21
- [4]. OMRON INDUSTRIAL AUTOMATION, *SYSMAC CS/CJ Series.SYSMAC CS and CJ Series, CS1W-ETN21 (100Base-TX)*.
- [5]. Indrawan, Rudy. *Rancang bangun smart packaging machinnes dengan mengintegrasikan 2 plc berbeda vendo* , Tugas akhir: T. Elektronika PENS-ITS:2008.

V. KESIMPULAN

Dari pengujian dan analisa sistem diatas, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

- ✓ Beberapa module tambahan/ *expansion* yang terdapat pada PLC, diantaranya Analog Input (AD081 –v1), Analog Output (DA041) dan Ethernet Card (CS1w ETN21) telah terintegrasi menjadi satu sebagai implementasi dari *Human Machine Interface* (HMI).
- ✓ Pengintegrasian HMI terhadap program PLC dilakukan dengan mengintegrasikan tombol-tombol *screen* HMI dengan penerapan *AND* atau *OR logic* pada *existing* program PLC yang ada, sehingga sistem HMI yang baru memiliki logika yang sama dengan sistem sebelumnya. Namun yang berbeda terletak pada sistem pengiriman dan penerimaan data (*speed referencel actual speed*) yang dilakukan secara digital (via HMI).
- ✓ Data analog, untuk rotoblast atau car#1, #2 telah diuji baik sebagai *actual speed* maupun *speed reference* seperti pada Table 6 dan Tabel 7.
- ✓ Pada pengolahan data analog output, diperlukan *scalling* data agar sesuai dengan tegangan input pada drive/ inverter dan juga dibutuhkan *ramp*